

⑱ 公開特許公報 (A) 昭62-240038

⑲ Int. Cl.

A 61 B 10/00
5/07
A 61 M 31/00

識別記号

103

厅内整理番号

F-7437-4C
7916-4C
6859-4C

⑳ 公開 昭和62年(1987)10月20日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

㉑ 発明の名称 医療用カプセル及びその使用方法

㉒ 特願 昭61-84330

㉓ 出願 昭61(1986)4月14日

㉔ 発明者 光岡 知足 市川市芳野2丁目10番7号

㉔ 発明者 関口 行雄 東松山市大字西本宿1626番地

㉔ 発明者 細川 孝尚 東久留米市中央町4丁目10番11号

㉔ 発明者 屋ヶ田 和彦 東京都千代田区内幸町1丁目2番2号

㉔ 発明者 野口 康夫 東京都千代田区内幸町1丁目2番2号

㉔ 発明者 柴田 勝 東京都千代田区内幸町1丁目2番2号

㉔ 出願人 住友ベークライト株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目2番2号

㉔ 出願人 財団法人 ライフテクノロジー研究所 東京都中央区日本橋本町3丁目3番12号

㉔ 出願人 株式会社 高研 東京都新宿区下落合3丁目5番18号

明細書

1. 発明の名称

医療用カプセル及びその使用方法

2. 特許請求の範囲

(1) 生体内で物質を吸入または放出するための開口部を有する外筒容器、該外筒容器内に移動可能に配設されたピストン、外筒容器内にあって一端をピストンに接続され他端を外筒容器の底部に固定された形状記憶合金製コイル、および該形状記憶合金製コイルと共に構成するコンデンサより成ることを特徴とする医療用カプセル。

(2) 形状記憶合金製コイルと共に構成された共振回路の共振周波数が、0.1~6MHzの範囲であることを特徴とする、特許請求の範囲第1項記載の医療用カプセル。

(3) 生体内で物質を吸入または放出するための開口部を有する外筒容器、該外筒容器内に移動可能に配設されたピストン、外筒容器内にあって一端をピストンに接続され他端を外筒容器の底部に固定

された形状記憶合金製コイル、および該形状記憶合金製コイルと共に構成するコンデンサより成るカプセルを経口投与し、カプセルが生体内の所定の位置に来た時に、該カプセルに内蔵された共振回路の共振周波数の高周波を生体の外側から照射して該回路に共振電流を発生させ、該共振電流によって形状記憶合金製コイルを発熱させ加熱して、その形状回復力でピストンを駆動させ、生体内で物質を吸入または放出させることを特徴とする医療用カプセルの使用方法。

(4) 形状記憶合金製コイルの形状回復に伴なう共振回路の共振周波数の変化を検出し、その共振周波数の変化に追従するように高周波の発振周波数を調節しながら高周波を照射することを特徴とする、特許請求の範囲第3項記載の医療用カプセルの使用方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、生体内で体液等の物質を吸入、採取し、または生体内で薬液等の放出を行う医療用カ

アセルに関するものである。

(従来技術)

動物の体内、特に消化管内には各種の微生物が棲息しており、これらは食物の消化、病原微生物の感染防御等宿主の生存に役立っているが、一方では癌や尿毒症、肝障害等の原因物質を产生するものもある。しかし、これら微生物学の調査、研究は立ち遅れた状態にあり、その研究推進のためには、特に動物の消化管内の正確な位置で、しかもその周辺の環境を維持した状態で試料(体液)を採取したり、あるいは投薬を行うことのできる用具や方法が求められている。

こうした中で、経口的に投与できる程度の大きさの医療用カプセルが開発され、消化管内の適切な位置で試料の採取、あるいは投薬を行い、後刻肛門より排出されたカプセルを回収するという方法が考案された。

このような医療用カプセルとしては、例えば、特開昭52-128675号公報等のように、カプセルに内蔵されたバネを糸で固定しておき、体内の試料

昭58-130031号公報や特開昭58-135808号公報のように、高周波(変動磁場)によって発生する渦電流によるジュール熱で加熱する方法も提案されている。

しかし、カプセルの中に電池を組み込む方法は、液洩れや爆発等の危険を伴うため、生体内での使用を考えると望ましいものではなく、また、大きさも大きくなりがちであった。一方、特定のpHによって溶解する膜や、体温によって作動する形状記憶合金を用いる方法は、必ずしも適切な場所で作動させることができないという欠点を有していた。

また、高周波による誘導加熱によって金属を加熱させる方法は公知のものであり、すでに高周波焼き入れ等に広く利用されている。しかし、経口投与可能な大きさのカプセル内に挿入できる程度の大きさの形状記憶合金に体外から高周波を照射して加熱するには、形状記憶合金製コイルが極めて小さく、また、生体内の水分によって高周波が減衰して深部まで届き難いため、膨大な容量の高

採取または投薬を行う所定の位置で体外からの信号を受け、内蔵された電池でフィラメントを加熱させ、糸を焼き切ってバネを作動させるものや、特開昭52-94682号公報のように、指令電波によってストッパーを電気的に動かすもの、特開昭52-131678号公報のように、特定のpHで消化する膜を利用するもの等がある。

また近年、従来の金属にはなかった形状記憶効果を有することで注目をあびている形状記憶合金が様々な分野で応用されており、医療用カプセルにおいても例えば、特開昭58-136332号公報等のように体温による加熱で作動させるもの、あるいは、特開昭56-116445号公報、特開昭58-19231号公報、特開昭58-121938号公報等のように、カプセルに内蔵された受信コイルとコンデンサよりなる受信同調回路に、体外から同調(共振)周波数の電波を送ってスイッチング部を起動させ、内蔵された電池からヒーター部または形状記憶合金コイルに直接電流を流して発熱させ加熱を行うもの等の形で応用されている。またさらには、特開

周波発振器が必要であり、医療用カプセルとして使用するためには被検者の安全性や装置のコスト等の面で問題があった。

(発明の目的)

本発明は、医療用カプセルのこのような問題点に鑑み、形状記憶合金を利用したカプセルの高周波による加熱効率の向上を目的として研究を進めた結果、共振回路の原理を応用した加熱方法により、カプセル内の形状記憶合金製コイルをすみやかに加熱し作動させ得ることを見出し、さらに検討を重ねて、電池等の動力源や電子回路を持たない医療用カプセル、およびその使用方法を完成するに至ったものである。

(発明の構成)

即ち本発明は、生体内で物質を吸入または放出するための開口部を有する外筒容器、該外筒容器内に移動可能に配設されたピストン、外筒容器内にあって一端をピストンに接続され他端を外筒容器の底部に固定された形状記憶合金製コイル、および該形状記憶合金製コイルと共振回路を構成す

るコンデンサより成ることを特徴とする医療用カプセルであり、更には、該カプセルを経口投与し、カプセルが生体内の所定の位置に来た時に、該カプセルに内蔵された共振回路の共振周波数の高周波を生体の外側から照射して該回路に共振電流を発生させ、該共振電流によって形状記憶合金製コイルを発熱させ加熱して、その形状回復力でピストンを駆動させ、生体内で物質を吸入または放出させることを特徴とする医療用カプセルの使用方法である。

本発明に用いられるカプセルの外筒容器は、物質の吸入、採取、または放出を行うための開口部を有しており、また、該開口部には、逆流防止のための弁を有しているのが望ましい。即ち、吸入、採取を目的とする場合には、外部からの流入に関しては、圧力損失が少なくスムーズに物質が流入でき、採取終了後には、採取された物質とカプセルの外部環境との接触、流通を完全に遮断できるような一方弁を有していれば、採取した物質を損失することがなく、また生体内における環境と同

用を考慮してAs点(オーステナイト変態開始温度)は37°C以上であることが必要であり、発熱があった場合も考えるとAs点は40°C以上が望ましい。また、A'点(オーステナイト変態終了温度)は、加熱開始後できるだけすみやかに形状回復させるのが望ましいため、As点に近い方が良い。こうすることによって、カプセルが生体内の所定の位置に到達した時、すみやかにコイルを形状回復させ、物質を吸入、採取または放出させることができる。形状記憶合金製コイルは、先ず加工硬化した状態の形状記憶合金製ワイヤーをコイルが縮んだ状態に成形する。これを熱処理した後、室温(マルテンサイト状態)で引き伸ばしてカプセル内に組み込めば体液等の試料採取カプセルに、また逆にコイルが伸びた状態で熱処理を行い、これを室温で縮めた状態でカプセル内に組み込めば、薬剤投与等カプセル内に内蔵する物質の放出に利用できる。

本発明では、生体の外側から高周波を照射してこの形状記憶合金製コイルをすみやかに加熱させ

じ状態で体液を採取することができる。これは、特に嫌気性菌等の研究には重要な機能である。本発明のカプセルは、経口投与が可能な大きさで、ピストンが気密性を保ちながらスムーズに動く必要があり、寸法精度が良く製作でき、かつ胃液等の酸に充分耐えうる材質でなくてはならないが、そのような材質であれば特に限定されるものではない。

カプセルの中で動くピストンに関しては、カプセルの外筒容器の内面と完全に密着し、かつ摩擦抵抗が少なくスムーズに動くことのできる材質であることが要求される。従って、成形性が良く、ある程度の弾性を持ち、表面がなめらかであるシリコン樹脂、フッ素樹脂、フッ素ゴム、ニトリルゴム、クロロブレンゴム、ABS樹脂等を用いるのが望ましい。

このピストンを動かすために、形状記憶合金製のワイヤーをコイル状に加工したものの一端をピストンに接続し、他端を外筒容器の底部に固定する。この形状記憶合金製コイルは、生体内での使

るために、第1図に示すように、形状記憶合金製コイル(1)をインダクタンスに見立て、これにコンデンサ(2)を接続して、最も簡単なLC共振回路を構成させた。この回路に特定の周波数の高周波を照射すれば、回路内に単なる高周波誘導による漏電流に比べて数10~数100倍の共振電流を発生させることができる。この電流によって、形状記憶合金製コイル(1)を発熱させ、加熱して形状回復を起こさせる仕組みである。従って、カプセル内には一切の電源や電子装置を内蔵していないため、非常に小型で且つ安全な医療用カプセルを得ることができる。

この形状記憶合金製コイル(1)と共に共振回路を構成するコンデンサ(2)は、特に限定されるものではないが、カプセル内に設置できるものとしては、小型のセラミックまたはタンタルのディップコンデンサーや、チップタイプのコンデンサーが望ましい。また、これらを接続する導線は、形状記憶合金製コイル(1)の動きに追従できるよう十分にフレキシブルである事が必要で、0.5mm程度の

エナメル線、1μm以下 のビニル被覆線、50μm程度の厚さの銅箔を巾1mm程度に切った銅箔リボン等が良い。

カプセルを構成する部品としては最後に、形状記憶合金製コイルを固定し、ピストンの動きに応じて排気または吸引のできる弁を備えたカプセル底部をはめ込むことによって、本発明の医療用カプセルは完成する。このカプセル底部にある弁は、例えば、採取用カプセルの場合には、ピストンが採取のために動くにつれて形状記憶合金製コイルの入っている側の部屋が閉塞となる事を防ぐための弁で、ピストンの動きに応じてカプセル内の空気を排出する排気弁である。

本発明の医療用カプセルに照射する高周波の周波数 f は、形状記憶合金製コイル(1)のインダクタンス L とコンテンサ(2)のキャパシタンス C とで決定され、(1)式によって求めることができる。

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \dots \dots (1) \text{式}$$

ることが望ましい。

また、形状記憶合金製コイルの形状回復に追従して、周波数を自動的に調節するような機能を有するものであればさらに望ましい。即ち、高周波加熱装置の可変コンテンサをモータードライブ化し、形状記憶合金製コイルの伸縮によるインダクタンス変化に相当する共振周波数の変更を自動的に行うものである。本方法によれば、周波数のずれがある場合でも、数回の走査（周波数の連続的な変更）を行うことで必ず共振周波数で加熱する事ができる。さらに、共振周波数を測定しながらその周波数に追従するようにドライブさせてやれば、本方法の目的は完全に遂行される。具体的な1例としては、カプセル内の共振回路の共振周波数と一致した周波数となった時に電力が吸収され、発振強度が低下することを検知し、その情報をもとに可変コンテンサをフィードバック制御する方法があげられる。

(発明の効果)

本発明により、従来、電源や電子回路等を内蔵

この高周波の周波数は、結合の強さ、あるいはコンテンサの寸法、共振回路のQ値等の点からは高い周波数ほど好ましいが、生体内での減衰や生体自体を加熱させないという点では、低い周波数の方が良い。これらの諸点を考慮すると、0.1～6MHzの範囲にとるのが好ましく、より好ましくは0.5～4MHzとするのが良い。従って、形状記憶合金製コイル(1)が有するインダクタンス L の値に応じて(1)式で求めた共振周波数 f が上記のような範囲となるキャパシタンス C を有するコンテンサ(2)を選んで使用すれば良い。

本発明に用いる高周波加熱装置については特に制約はないが、形状記憶合金製コイル(1)の形状によってインダクタンス L が微妙に異なり、またコンテンサ(2)のキャパシタンス C にも個々にバラつきがあるため、共振周波数 f は(1)式で理論通りには決まらず、回路のQ値が高い場合にはわずかな周波数のずれでも効率が低下するため、周波数を調節するための可変コンテンサとディップメーター等の共振周波数を確認する機能を有す

しなければならなかった医療用カプセルにおいて、駆動バネとインダクタンスを兼ねた形状記憶合金製コイルと小型のコンテンサを内蔵するだけで、外部からの高周波エネルギーで作動させ、使用することのできる全く新しいタイプの医療用カプセルを得ることができた。本発明の医療用カプセルは、他の液洩れや爆発の危険がなく、しかも小型、安価で、腸内細菌の研究のみならず様々な診断、治療にも応用が可能であり、また将来的には外科的手術によらず、しかも内視鏡的治療に比べて患者の苦痛を伴わない新しい治療法への発展も期待されるなど、医療上極めて有用なものである。

(実施例)

本発明の医療用カプセルを腸内細菌の採取用として応用した例について、第2図に従い具体的に説明する。

カプセルの外筒容器(3)は、外径8mm、内径6mm、長さ25mmのポリカーボネイト製円筒状で、開口部を有する先端にシリコンゴム製円錐台形状のリーフ弁(4)を付設してある。このリーフ弁(4)

は、採取時、すなわち吸引時にはカプセル内へ入り込む物質（細菌を含む腸内液）によって押し開かれるが、逆に内圧が高くなりカプセル内の物質が流出しようとする場合には、ピッタリ閉じ合わさりこれを防止する。

ピストン(5)はフッ素樹脂製で、リーフ弁側はこのリーフ弁(4)が納まるスペース分だけ凹状になっており、反対側は形状記憶合金製コイル(6)の末端を通して固定する小孔を有するためわずかに凸状となっている。またその側面（外筒容器(4)の内面に接する外周面は摩擦抵抗を少なくするために、中央部の直径を外筒容器(4)の内径よりも小さくしてある。カプセル外筒容器(4)の内面とピストン表面のクリアランス寸法は5/1000～10/1000 μ mとし、接触面にはシリコングリースを塗布した。

形状記憶合金製コイル(6)は、A_s点40°C、A_f点45°CのNi-Ti系合金製のワイヤーを、4 μ mφ、7ターンに最大限縮んだ状態で成形し、熱処理を施した。

3.2MHzの可変周波数の高周波を照射して約15cm離れた医療用カプセルを作動させ、その後、肛門より排出されたカプセルを回収し、消化管内液を採取することができた。この時の高周波発振機の直流入力は約3kWであった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明における共振回路図、第2図は本発明の一実施例となる医療用カプセルの構成図である。

特許出願人 住友ペークライト株式会社

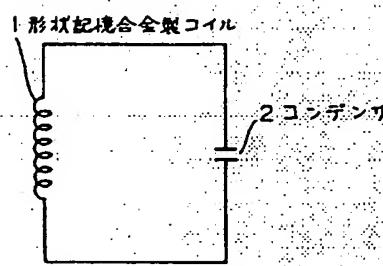
財団法人 ライフテクノロジー
研究 所

株式会社 高 研

一方、カプセルの底部(7)は、形状記憶合金製コイル(6)を固定する小孔、コンテンサ(9)を設置する台座および排気弁(8)を有する、中央部が凸状になった円錐形状のものであり、キャバシタス 3.3×10^{-4} PFのセラミックチップコンテンサ(9)にフレキシブルな導線(10)をハンダ付けした後、このカプセル底部(7)にある台座にコンテンサ(9)を接着剤で固定した。次に、形状記憶合金製コイル(6)をピストン(5)およびカプセル底部(7)に接続し、コンテンサ(9)と接続する導線(10)を形状記憶合金製コイル(6)の末端に導電性接着剤により接続した。最後に、導線(10)と形状記憶合金製コイル(6)との短絡を防ぐためにエナメルを塗布し、乾燥後、形状記憶合金製コイル(6)をピストン(5)がカプセルの外筒容器(3)の先端に位置する長さまで引き伸ばし、これをカプセルの外筒容器(3)内に挿入し、カプセルの底部(7)をはめ込んでセットした。

これを動物に経口投与してX線透視下で観察し、カプセルが結腸部分に達した時、外部より2.8～

第1図



第2図

